Linzer biol. Beitr.	27/2	1129-1159	29.12.1995

Mykogeographie der Gattung *Fusarium*: Untersuchung der *Fusarium*-Flora in Böden der Kanarischen Inseln

A. ADLER & H. LEW

Abstract: The distribution of *Fusarium* species along an altitudinal gradient was studied with non-cultivated soils, which extended from a subtropical desertic zone near sea level uphill through more or less dry temperate zones to a sub-alpine desert above 2.300 m on Tenerife, and was compared with the *Fusarium*-populations of cultivated field and plantation soils as well as of soils from Lanzarote and La Palma, two other Canary Islands.

The survey provided for the first time qualitative and quantitative information on the occurrence, distribution and ecology of *Fusarium* spp. in soils of the Canaries. *Fusarium* species were isolated by the dilution plate technique and by plating root debris on peptone PCNB agar. Altogether 5.493 *Fusarium*-isolats were recovered, representing 17 species and one undescribed population.

The five most frequently isolated species were *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. solani*, *F. brachygibbosum* and *F. flocciferum*. Two of these species (*F. oxysporum* and *F. solani*) occurred more frequently in cultivated than in undisturbed soils by far. The reverse was true for *F. brachygibbosum*. Method of cultivation of fields had a marked impact on the recovery of *Fusarium* species: The fungal flora of soils from specific Canarian dry-farming (e.g. 'enarenado', 'jable') resembled more non-cultivated soils of the driest areas, where *F. equiseti* was most common and *F. oxysporum* and *F. solani* occurred in comparably low numbers, and it was less similar to soils from typical dry-farming or from irrigated fields. Samples of undisturbed soils which yielded most *Fusarium* species originated from areas with highest annual rainfall at the N' or NE' slopes of the islands, but the highest total number of *Fusarium* isolates in plant debris from non-cultivated soils, however, was obtained from a sample from a dry area of low altitude. Absolutly highest total numbers of *Fusarium* isolates were obtained from soils in foil-greenhouses.

F. oxysporum was adapted to the widest variability of environmental and climatic conditions whereas other species in non-cultivated soils occurred differentially corresponding to the varying climatic and plant-community zones along the altitudinal gradient. So *F. solani*, *F. equiseti* and *F. brachygibbosum* have been recovered regularly from soils of the subtropical and warm temperate lower zones, *F. equiseti* and *F. brachygibbosum* predominantly in sites having lower rainfall, *F. solani* more frequently in relatively wetter or irrigated areas. *F. flocciferum*, *F. acuminatum* and *F. arthrosporioides* were isolated mainly from soils of the more or less dry cool and temperate zones.

1. Einleitung

Pilze der Gattung *Fusarium* sind weltweit in praktisch allen Natur- und Kulturböden verbreitet, sie kommen in tropischen und gemäßigten Gebieten vor und sind selbst in Wüsten oder in alpinen und arktischen Regionen mit rauhestem Klima nachzuweisen (WOLLENWEBER & REINKING 1935, GORDON 1956a, 1956b, BOOTH 1971, KOMMEDAHL et al. 1975, BURGESS 1981, BURGESS & SUMMERELL 1992). Die Pilze wachsen vorwiegend saprophytisch oder dringen parasitisch in lebende Pflanzen ein und zerstören deren Gewebe. Unter klimatisch ungünstigen Bedingungen oder in Abwesenheit eines geeigneten Substrates überdauern sie manchmal jahrelang als resistente Konidiosporen, als Chlamydosporen oder als ausdauernde Hyphen in organischen Rückständen oder in Pflanzenresten (HARGREAVES & FOX 1977, BURGESS 1981, SCHIPPERS & VAN ECK 1981, NAUMANN & GRIESBACH 1993).

Systematische Stellung der Gattung *Fusarium*:

Konidienstadium: Deuteromycotina, Hyphomycetes, Tuberculariales
Perfektstadium: Ascomycotina, Pyrenomycetes, Sphaeriales, Hypocreaceae

***Fusarium* LINK - Mag. Ges. naturf. Freunde, Berlin, 3: 10, 1809 - ex FRIES 1821**

Ökonomische Bedeutung kommt den Fusarien vor allem wegen ihrer enormen Schadwirkungen als Pathogene an wichtigen Kulturpflanzen oder wegen des Qualitätsverlustes der Ernteprodukte durch Kontamination mit Fusarientoxinen zu (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1983, SHURTLEFF 1986, WIESE 1987, AGRIOS 1988, CHELKOWSKI 1989a, 1989b, ADLER et al. 1990, LEW 1995). Weil einige Vertreter der Gattung Schadinsekten parasitieren, kann den Pilzen auch eine theoretische Nutzwirkung zugeschrieben werden (WOLLENWEBER & REINKING 1935). Dazu sind Fusarien von gewisser Bedeutung für den Humushaushalt des Bodens, da sie Zellulose zu zersetzen imstande sind (WOLLENWEBER & REINKING 1935, ABOU-ZEID & EL-DIWANY 1978).

Im Boden sind Fusarien auch weniger im mineralischen Feinmaterial, als vielmehr zusammen mit Wurzeln und organischem Material, wie etwa Pflanzenresten, zu finden und werden daher auch in der obersten Bodenschicht bis maximal 5-15 cm Tiefe am zahlreichsten nachgewiesen (STONER 1981). Untersuchungen zur Mykogeographie der Gattung *Fusarium* lassen einen unterschiedlichen Einfluß klimatischer Faktoren auf die Häufigkeitsverteilung verschiedener Fusarienarten erkennen: Während das Vorkommen einzelner Arten auf ganz bestimmte Klimabereiche beschränkt erscheint, kommen andere sowohl in tropischen und subtropischen, als auch in kühl gemäßigten Gebieten vor (GORDON 1956a, 1956b, 1960, BOOTH 1971, KOMMEDAHL et al. 1975, WEARING & BURGESS 1977, BURGESS 1981, BURGESS et al. 1988a, 1988b, MARASAS et al. 1988, BURGESS & SUMMERELL 1992, SUMMERELL et al. 1993). Abhängig von der

untersuchten Höhenstufe fanden JESCHKE et al. (1990) unterschiedliche Fusarienpopulationen in den Böden, wobei die vielfältigste Flora auf Standorten geringster Höhe entwickelt war. Auch nach dem Bericht von STONER (1981) kamen in Böden mit verschiedener Vegetationsdecke entlang eines Höhengradienten Fusarienkeime in unterschiedlicher Dichte vor. NASH & SNYDER (1965) sowie WINDELS & KOMMEDAHL (1974) stellten unterschiedliche Fusarienpopulationen in landwirtschaftlichen Kulturböden bzw. den entsprechenden ursprünglichen ungenutzten Naturböden fest.

PETRAK (1929, 1948), URRIES (1957) und JORSTAD (1966) befaßten sich eingehend mit der Hyphomyceten-Flora der Kanarischen Inseln, die Gattung *Fusarium* wurde aber ausschließlich im Zusammenhang mit dem Auftreten der Bananenwelke ("Panama-Krankheit", Erreger: *F. oxysporum* var. *cubense*) auf den Inseln erwähnt (WOLLENWEBER & REINKING 1935, GJAERUM 1976).

Die Kanarischen Inseln liegen westlich von Afrika auf gleicher geographischer Breite wie die großen Wüstengebiete. Sie tragen, vom Atlantik beeinflußt, nach dem Jahresgang von Temperatur und Niederschlag aber mehr oder weniger deutlich mediterrane Züge. Der mittlere Jahresniederschlag wurde für Lanzarote mit 135 mm/Jahr, für Tenerife mit 420 mm/Jahr und für La Palma mit 586 mm/Jahr angegeben (FERNANDOPULLÉ 1976) und zeigt, daß die Niederschlagsmengen von Osten (Afrika-Nähe) dem Westen zu (atlantisch) zunehmen (KUNKEL 1993). Etwa 60% der Regenmenge fällt während der Monate Dezember und Jänner (HUETZ DE LEMPS 1969, FERNANDOPULLÉ 1976, KUNKEL 1993).

Die klimatischen Verhältnisse innerhalb der einzelnen Inseln werden jedoch durch deren Topographie deutlich modifiziert. Mit Ausnahme der niedrigen Ostinseln sind auf allen Kanaren klimatische Höhenstufen (vgl. Tab. 1) entwickelt, die ihre Entsprechung in natürlichen Vegetationszonen haben, besonders deutlich ist diese Zonierung auf Tenerife (FERNANDOPULLÉ 1976, ROTHER & ROTHER 1984, KUNKEL 1993).

Tab. 1: Klima- und Vegetationscharakter der Kanarischen Inseln, nach Orientierung und Höhenstufen gegliedert. Nach FERNANDOPULLÉ (1976) und KUNKEL (1993).

Höhe	Nördliche Hänge	Südliche Hänge
0 - 250 m	trocken-subtropisch	arid-subtropisch bis halbwüstenhaft
250 - 600 m	feucht subtropisch	semi-aride bis subtropisch
600 - 1000 m	feucht, halbgemäßigt	semi-aride bis fast temperiert
1000 - 1500 m	feucht-gemäßigt	trocken-gemäßigt
1500 - 2500 m	trocken-gemäßigt	trocken-gemäßigt
oberh. 2500 m	subalpin	subalpin

Trotz zum Teil empfindlichen Wassermangels existiert auf den Inseln eine exportorientierte Landwirtschaft, die im wesentlichen auf dem Anbau von Bananen, Tomaten und Frühkartoffeln beruht. Neben diesen Agrargütern aus Intensivkulturen werden vorwiegend in klein- und kleinststrukturierten Betrieben Kulturen für den lokalen Bedarf produziert (RODRIGUEZ BRITO 1985). Der Feldbau auf unbewässertem Land erfolgt dabei zum Teil nach jenem System, wie es den Trockenzonen der Alten Welt gemeinsam ist ("typischer Trockenfeldbau"), wo die Feldbestellung streng an die ersten Niederschläge, Terrassierung oder Pflügen quer zum Hang gebunden ist. Zum anderen führten klimatische Rahmenbedingungen und durch Vulkanismus geprägte geologische Voraussetzungen (Schichten von Bimsstein-Lapilli) zur Ausbildung und Verbreitung von Trockenbaumethoden, die im wesentlichen auf der Bedeckung und Vermengung des Bodens mit vulkanischen Auswürflingen beruht. Die Wirkung dieser Lapilli ist auf ihre starke Porosität zurückzuführen, sie schützen den Boden vor zu intensiver Sonnenbestrahlung und vor dem ausdörrenden Passatwind, außerdem können sie die bodenzerstörende Kraft der gelegentlichen Regenfälle mildern und die aufgesaugte Feuchtigkeit allmählich an den Boden abgeben (ROTHER & ROTHER 1984, RODRIGUEZ BRITO 1985, KUNKEL 1993).

Neben den interessanten Formen des Trockenfeldbaus ließen vor allem die infolge einer starken durchschnittlichen Steigung (Tenerife beispielsweise ca. 13%) scharf abgestuften klimatischen und pflanzensoziologischen Höhenzonen die Kanarischen Inseln für eine mykogeographische Untersuchung besonders prädestiniert erscheinen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war, eine erstmalige systematische Übersicht über die Boden-Fusarien der Kanarischen Inseln zu erstellen. Zusätzlich sollten Daten über den Einfluß von Klima, Vegetation und Bodennutzung auf die Häufigkeitsverteilung der *Fusarium*-Arten erhalten werden. Dazu wurden in den Böden vorhandene Pflanzen- und Wurzelreste auf ihren Fusarienbesatz untersucht, sowie die Keimzahlen der Fusarien und deren Artenverteilung im Feinmaterial der Böden ermittelt. In die Untersuchung wurde Probenmaterial von Natur- und Kulturböden aus verschiedenen Höhenzonen von den Inseln Tenerife, Lanzarote und La Palma einbezogen.

2. Material und Methoden

2.1. Probenahme-Standorte

Im Verlauf des Monats März 1993 wurden auf Tenerife an 13 Standorten insgesamt 28 Bodenproben, davon 13 von Natur- und 15 von Kulturböden, gesammelt. Im November 1993 erfolgte die Probenahme auf Lanzarote und in den Monaten März und April 1994 auf La Palma. Von Lanzarote stammen 12 Bodenproben von 7 Standorten, davon 7 von Naturböden und 5 von Kulturböden, auf La Palma wurden an 10 Standorten insgesamt 14 Proben, davon 10 von Naturböden gesammelt (Probenahmestandorte vgl. Abb. 1).

Als Probenahmestandorte wurden für die jeweiligen Höhenstufen hinsichtlich der Ausprägung von Landschaft und Vegetationsbedeckung charakteristische Areale gewählt. Praktisch allen untersuchten edaphisch-klimatisch geprägten Vegetationszonen waren nach KUNKEL (1993) noch mediterran-nordafrikanische Elemente zu eigen, während sich daneben Kanarenendemiten evolutiv entfalteten. An einigen Standorten der niedrigeren Zonen, an denen im engen Umkreis der untersuchten Naturböden landwirtschaftlich genutzte Flächen, zum Teil mit verschiedenen Bewirtschaftungsformen, lagen, wurden mehrere Sammelproben gezogen.

Angaben zur geographischen Lage, zur Seehöhe sowie die vegetationskundlichen und, soweit verfügbar, die klimatischen Kenndaten für alle Probenahmestandorte auf der Insel Tenerife sind in Tab. 2, für Lanzarote in Tab. 3 und für La Palma in Tab. 4 zusammengefaßt. Niederschlags- und Temperaturdaten in den Tab. 2, 3 und 4 sind nach HUETZ DE LEMPS (1969), FERNANDOPULLÉ (1976) bzw. ALLUE ANDRADE (1990) angegeben, die syntaxonomische Beschreibung der Standorte folgt ALLUE ANDRADE (1990), die in den Tabellen angeführten Pflanzenformationen und Leitpflanzen an den Standorten wurden entsprechend BRAMWELL (1976), BRAMWELL & BRAMWELL (1983), ROTHER & ROTHER (1984) und KUNKEL (1993) bestimmt.

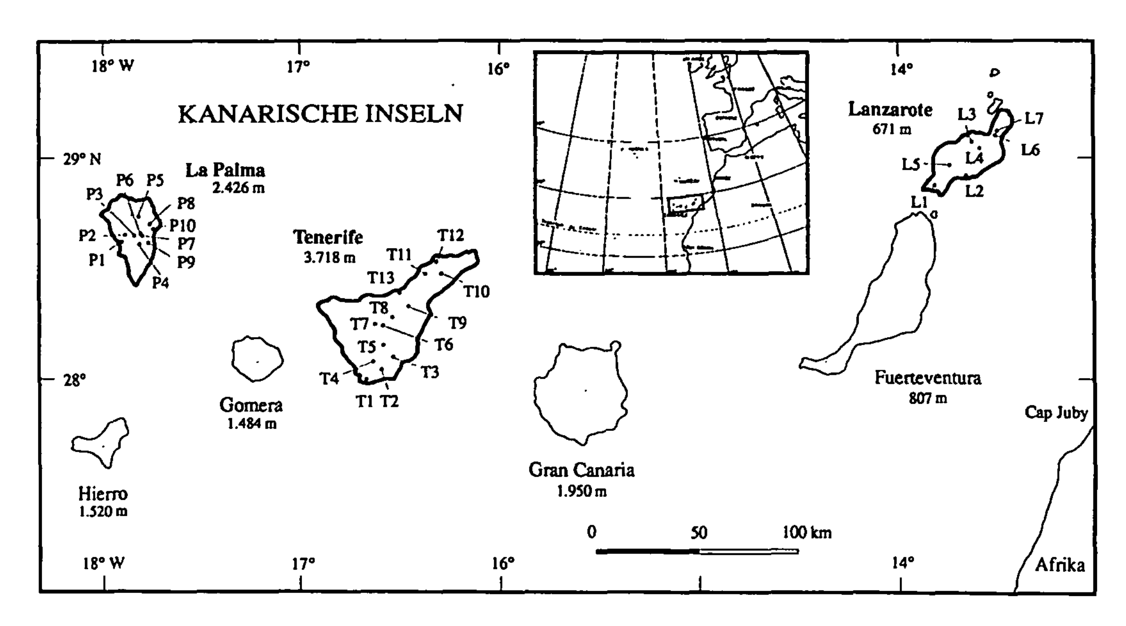


Abb. 1: Die Kanarischen Inseln, ihre höchsten Erhebungen sowie die Probenahmestandorte auf den Inseln La Palma (P 1 - P 10), Tenerife (T 1 - T 13) und Lanzarote (L 1 - L 7)

Tab. 2: Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte, Tenerife

Standorte Nr.	Bez.	Lagebezeichnung	Seehöhe m	Niederschlagshöhe mm	mittl. Temperatur °C Jahresmittel °C	mittl. Jänner-Min. °C	mittl. Juli-Max. °C	Syntaxon[1]	Pflanzenformation/Leitpflanzen
Naturböden									
1	T 1	Las Galletas	20	129	20,6	14,7	29,3	A	"tabaibal": *Euphorbia* spp.
2	T 2	San Isidro	130	–	–	–	–	A	"tabaibal": *Euphorbia* spp.
3	T 3	Granadilla	290	254	16,7	8,4	27,2	B	*Euphorbia* spp., *Senecio* sp.
4	T 4	Arona	760	–	–	–	–	B	*Euphorbia* spp., Grasflur
5	T 5	Vilaflor	1400	510	14,8	4,7	27,8	D	"pinar": *Pinus canariensis*
6	T 6	Las Cañadas	2100	–	–	–	–	E	"retamar": *Spartocytisus supranub.*, *Adenocarpus viscosus*
7	T 7	Teide	3200	–	–	–	–	E	*Spartocytisus supranubius*
8	T 8	Izaña	2300	464	9,4	0,8	21,8	D	"pinar": *Pinus canariensis*
9	T 9	Aguamansa	950	800	–	–	–	C	"escobonal": *Chamaecytisus* sp., *Adenocarpus foliolosus*, *Pinus* sp.
10	T10	Los Rodeos	640	696	15,2	9,0	23,2	C	"fayal-brezal": *Erica* spp., *Chamaecytisus* sp., Grasflur
11	T11	Guamasa	430	704	16,6	8,6	25,9	C	"fayal-brezal": *Erica* spp., *Chamaecytisus* sp.
12	T12	Tejina	170	425	–	–	–	B	*Euphorbia* spp., Grasflur
13	T13	Puerto de la Cruz	75	294	19,9	13,5	26,5	B	*Euphorbia* spp., Grasflur
Kulturböden, Feldbau								**Kulturpflanze**	**Anbaumethode**
14	T 2	San Isidro	130	–	–	–	–	Tomate	"sahorra"
15	T 2	San Isidro	130	–	–	–	–	Tomate	künstl. bewässert
16	T 3	Granadilla	290	254	16,7	8,4	27,2	Kartoffel	"jable"
17	T 4	Arona	760	–	–	–	–	Kartoffel	"sahorra"
18	T 4	Arona	760	–	–	–	–	Kartoffel	künstl. bewässert
19	T 10	Los Rodeos	640	696	15,2	9,0	23,2	Kartoffel	Trockenfeldbau
20	T 11	Guamasa	430	704	16,6	8,6	25,9	Kartoffel	Trockenfeldbau
21	T 12	Tejina	170	425	–	–	–	Kartoffel	Trockenfeldbau
22	T 12	Tejina	170	425	–	–	–	Tomate	Foliengewächshaus
Kulturböden, Bananenpflanzungen								**Kulturpflanze**	**Anbaumethode**
23	T 1	Las Galletas	20	129	20,6	14,7	29,3	Banane	künstl. bewässert
24	T 2	San Isidro	130	–	–	–	–	Banane	künstl. bewässert
25	T 2	San Isidro	130	–	–	–	–	Banane	Foliengewächshaus
26	T 12	Tejina	170	425	–	–	–	Banane	Foliengewächshaus
27	T 12	Tejina	170	425	–	–	–	Banane	künstl. bewässert
28	T 13	Puerto de la Cruz	75	294	19,9	13,5	26,5	Banane	künstl. bewässert

[1] Syntaxon: A = *Kleinio neriifoliae - Euphorbio canariensis* Sigmion, B = *Mayteno canariensis - Junipero phoeniceae* Sigmion, C = *Ixantho viscosi - Lauro azoricae* Sigmion, D = *Cisto symphytifolii - Pino canariensis* Sigmion, E = *Spartocytiso supranubii* Sigmion

Tenerife ist mit 2057 km² die größte Insel des Kanarischen Archipels. Die höchste Erhebung der Insel und zugleich Spaniens höchster Gipfel ist der 3718 m hohe Pico de Teide. Die von der Probenahme erfaßten Standorte auf Tenerife lagen innerhalb eines etwa SW'-NO' orientierten, diagonal über die gesamte Insel verlaufenden Streifens, wobei von den ariden Gebieten der untersten Höhenstufen bis zu den subalpinen Flächen des Teide-Nationalparks sämtliche Klimazonen eingeschlossen wurden (vgl. Abb. 2, 3, 4, 5 und 10).

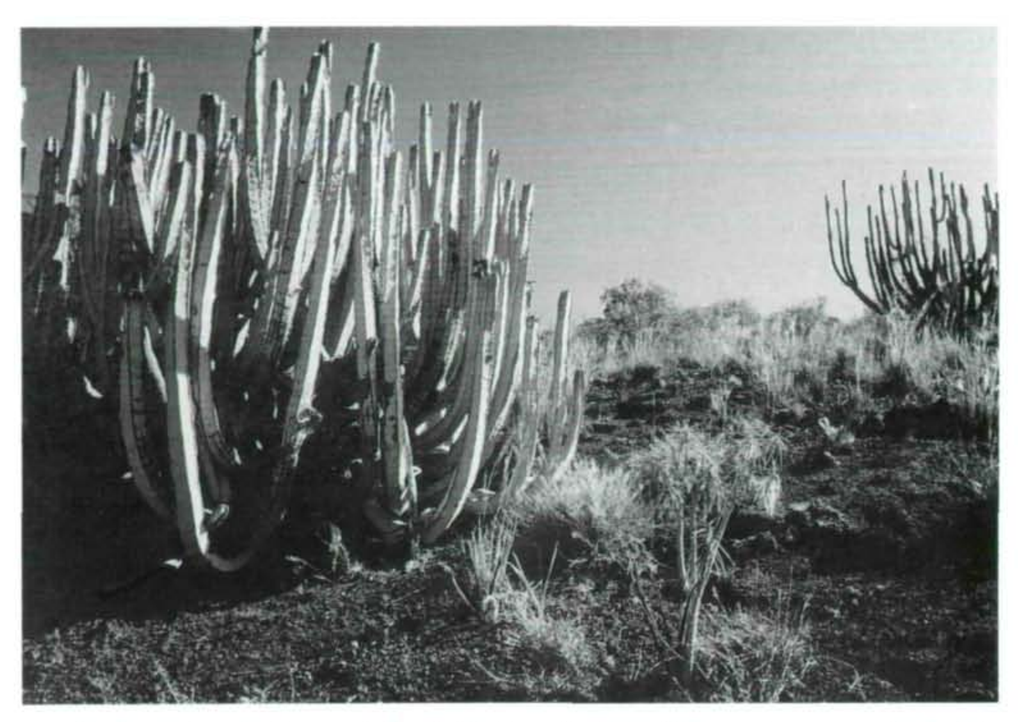


Abb. 2: Xerophyten, fast in generischer Reinkultur, mit Wolfsmilchgewächsen, vorw. *Euphorbia canariensis;* Trockenzone bei Las Galletas, Tenerife.

Abb. 3: Epiphytenreiche Fayal-Brezal-Formation; NO' der Anaga-Halbinsel, Tenerife.



Abb. 4: Blick über den Kiefernwald (Pinus *canariensis)* auf den schneebedeckten Pico de Teide und die obere Grenze der Passatwolke; Straße La Laguna - Las Cañadas, Tenerife.

Abb. 5: Subalpine Landschaft im Teide-Gebiet; Tenerife.

Die Proben von Kulturböden stammen von Böden unter Bananenpflanzungen (*Musa cavendishii*) im Freiland oder in Foliengewächshäusern sowie von Tomaten- und Kartoffelkulturen (*Solanum lycopersicum* bzw. *S. tuberosum*). Dabei wurden Böden von Feldern mit verschiedenen Bewirtschaftungsformen in die Untersuchung einbezogen. Neben Feldern mit künstlicher Bewässerung aus dem trockenen Süden der Insel und Kulturen aus dem niederschlagsreicheren Norden wurden Felder untersucht, die nach einer als "sahorra" bezeichneten Form des Trockenfeldbaus bewirtschaftet wurden. Nach dieser Methode wird eine etwa 10 bis 15 cm hohe Schicht zerkleinerter Bimssteine auf dem Acker verteilt und danach mit dem Pflug untermengt. Nach ROTHER & ROTHER (1984) wird durch die Bimssteine Wasser, das künstlich zugeführt wird, gespeichert und nur nach und nach an den Boden abgegeben und somit gespart. Neben der Wasserersparnis gegenüber der reinen Bewässerungsbewirtschaftung (regadío) werden in günstigen Jahren bis zu vier Ernten eingebracht. Nach einer auf Tenerife als "jable" bezeichneten Methode wird der Boden mit zerkleinerten grauen Bimssteinen nur bedeckt (vgl. Abb. 6). Der Anbau erfolgt hier fast ausschließlich auf Terrassen und sieht sonst genau so aus wie bei der "enarenado artefical"-Methode (ROTHER & ROTHER 1984).



Abb. 6: Trockenfeldbau auf Terrassen bei Granadilla; Tenerife.

Tab. 3: Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte, La Palma

Standorte Nr.	Bez.	Lagebezeichnung	Seehöhe m	Niederschlagshöhe mm	mittl. Temperatur °C Jahresmittel °C	mittl. Jänner-Min.°C	mittl. Juli-Max.°C	Syntaxon[1]	Pflanzenformation/Leitpflanzen
Naturböden									
29	P 1	Tazacorte	120	326	19,8	13,6	26,0	A	"tabaibal": *Euphorbia* spp.
30	P 2	Los Lianos de Aridane	380	445	18,5	10,1	28,1	B	*Euphorbia* spp., *Senecio* sp.
31	P 3	El Paso	740	590	16,1	8,6	25,2	B	Grasflur
32	P 4	O' El Barrial	1250	--	--	--	--	D	"pinar": *Pinus canar.*, *Erica* sp.
33	P 5	NO' P. de las Nieves	2200	--	--	--	--	E	*Adenocarpus viscosus*
34	P 6	W' Botazo	1020	--	--	--	--	D	"pinar": *Pinus canariensis*
35	P 7	W' Botazo	950	--	--	--	--	C	Grasflur, *Adenocarpus* sp., *Chamaecytisus* sp., *Erica* sp.
36	P 8	Velhoco	590	822	--	--	--	C	Grasflur, *Adenocarp.* sp., *Erica* sp.
37	P 9	Breña Baja	230	521	20,3	13,4	28,1	B	Grasflur, *Euphorbia* spp.
38	P10	NW' Sta. Cruz	40	499	20,3	14,7	26,4	A	*Euphorbia* spp., Grasflur
Kulturböden, Feldbau								**Kulturpflanze**	**Anbaumethode**
39	P 3	El Paso	740	590	16,1	8,6	25,2	Kartoffel	Trockenfeldbau
40	P 9	Breña Baja	230	521	20,3	13,4	26,4	Kartoffel	Trockenfeldbau
Kulturböden, Bananenpflanzungen								**Kulturpflanze**	**Anbaumethode**
41	P 1	Tazacorte	120	326	19,8	13,6	26,0	Banane	künstl. bewässert
42	P 1	Tazacorte	120	326	19,8	13,6	26,0	Banane	Foliengewächshaus

[1] Syntaxon: A = *Kleinio neriifoliae - Euphorbio canariensis* Sigmion, B = *Mayteno canariensis - Junipero phoeniceae* Sigmion, C = *Ixantho viscosi - Lauro azoricae* Sigmion, D = *Cisto symphytifolii - Pino canariensis* Sigmion, E = *Spartocytiso supranubii* Sigmion

Sowohl auf Tenerife als auch auf La Palma war in Foliengewächshäusern das Auftreten von Bananenwelke festzustellen. Etwa 1 bis 2 von 50 Pflanzen zeigten entsprechende Symptome, Bananenpflanzungen im Freiland waren weniger betroffen (vgl. Abb. 7 und 8).

La Palma ist eine gebirgige Insel mit einem großen Zentralkrater. Etliche Gipfel erreichen mehr als 2300 Höhenmeter, sodaß sich wie in Las Cañadas auf Tenerife eine subalpine Flora entfalten konnte. Fast ein Drittel der Insel nehmen laut KUNKEL (1993) Kiefernwälder ein. Die Probenahme erfolgte entlang eines O'-W' orientierten auf- und absteigenden Höhengradienten etwa in der Mitte der Insel, wobei sämtliche Höhenzonen in die Untersuchung einbezogen wurden.

Abb. 7: Bananenplantagen als Monokulturen; Tazacorte, La Palma.

Abb. 8: Welkekranke Bananenpflanze in einem Foliengewächshaus; Tazacorte, La Palma.

Tab. 4: Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte, Lanzarote

Standorte Nr.	Bez.	Lagebezeichnung	Seehöhe m	Niederschlagshöhe mm	mittl. Temperatur °C Jahresmittel °C	mittl. Jänner-Min. °C	mittl. Juli-Max. °C	Syntaxon[1]	Pflanzenformation/Leitpflanzen
Naturböden									
43	L 1	Playa Blanca	20	--	--	--	--	A	*Senecio kleinia*, *Euphorbia* spp., *Asparagus pastorianus*
44	L 2	W' Arrecife	40	139	20,1	12,7	29,3	A	*Euphorbia* spp., *Senecio* sp.
45	L 3	Sóo	150	--	--	--	--	A	*Euphorbia* spp., *Senecio* sp.
46	L 4	Teguise	170	--	--	--	--	A	*Euphorbia* spp., *Senecio* sp., Grasflur
47	L 5	La Geria	320	243	--	--	--	B	Grasflur
48	L 6	Peñas del Chache	630	285	--	--	--	B	Grasflur, *Euphorbia* spp.
49	L 7	SW' Haria	580	--	--	--	--	B	Grasflur, *Euphorbia* spp.
Kulturböden, Feldbau								**Kulturpflanze**	**Anbaumethode**
50	L 3	Sóo	150	--	--	--	--	Kartoffel	"enarenado artefical"
51	L 3	Sóo	150	--	--	--	--	Kartoffel	"jable"
52	L 4	Teguise	170	--	--	--	--	Kartoffel	"enarenado artefical"
53	L 4	Teguise	170	--	--	--	--	Kartoffel	"jable"
54	L 5	La Geria	320	243	--	--	--	Weinreben	"enarenado natural"

[1] Syntaxon: A = *Kleinio neriifoliae - Euphorbio canariensis* Sigmion, B = *Mayteno canariensis - Junipero phoeniceae* Sigmion

Lanzarote ist die am weitesten östlich gelegene und niederschlagsärmste Insel der Kanaren, sie ist weniger gebirgig als die westlichen Inseln und erreicht in ihrem Nordteil maximal etwa 700 Höhenmeter. 4 Probenahmestandorte lagen in ariden Gebieten, die praktisch den Großteil der Insel einnehmen, 2 Standorte waren in der feuchteren Berggegend im NO' der Insel lokalisiert. Bedingt durch Wasserarmut erreichte die Kenntnis von Kapillarität und Speichervermögen vulkanischer Lapilli für die Landwirtschaft auf Lanzarote allerhöchste Bedeutung.

Alle speziellen Trockenfeldbauarten mit einer Deckschicht von vulkanischen Auswürflingen werden als "enarenado" bezeichnet, unter "enarenado natural" versteht man die Anpflanzung auf natürlich entstandenen Lapillischichten (vgl. Abb. 9). Die Pflanzen werden dabei in kreisrunde ausgegrabene Vertiefungen gesetzt und müssen mit ihren Wurzeln den darunter anstehenden Boden erreichen (ROTHER & ROTHER 1984, RODRIGUEZ BRITO 1985). Ist die vulkanische Deckschicht nicht von Natur aus vorhanden, sondern muß der an sich fruchtbare Boden von Hand mit einer Lapillischicht bedeckt werden, handelt es sich um "enarenado artefical" (ROTHER & ROTHER 1984). Ein 3-5 km breiter durch die Insel verlaufender Dünenzug wird in Bereichen, wo die Dicke der Sandschicht höchstens 40 cm beträgt, für eine "jable" genannte Form des Feldbaus genutzt. Die Wirkungsweise des Dünensandes ist in bezug auf Feuchtigkeitssammlung und Speicherung dieselbe wie bei Lapilli (ROTHER & ROTHER 1984).



Abb. 9: Trockenfeldbau im Tal von La Geria, niedrige Mauern aus losen Schlacken schützen die Rebstöcke vor dem ausdörrenden Passatwind; Lanzarote.

An den Standorten Sóo (L 3) und Teguise (L 4) lagen die untersuchten Naturböden und die mit einer Lapillischicht bedeckten Felder jeweils ca. 200-400 m von den "jable" - Kulturen entfernt und waren von diesen durch eine Höhenstufe von etwa 2 m Höhe sowie durch eine dazwischen verlaufende Straße getrennt. Die Probe des Naturbodens (L 5) von La Geria, dem Zentrum des Weinbaus auf Lanzarote, wurde in der sonst mit einer hohen Lapillischicht bedeckten Landschaft an einer Böschung gezogen.

2.2. Methoden der Probenahme

An jedem Probenahmebereich wurden von 4 jeweils etwa 10-20 m voneinander entfernt liegenden Stellen Teilproben entnommen, nachdem zunächst Pflanzen, Pflanzenreste und gröbere Steine von der Bodenoberfläche entfernt worden sind. In Feldern mit Lapilli-Überschichtung ("enarenado") und bei "jable" - Kulturen wurde der bedeckte Boden vor der Probenahme freigeschaufelt. Die Probenahme wurde mit einer Schaufel durchgeführt, mit der aus der obersten Bodenschicht bis ca. 5 cm Tiefe je Teilprobe etwa 200-250 g Material entnommen wurde. Von "sahorra" - Kulturen wurde das Bimsstein-Boden-Gemenge im aktuellen Mischungsverhältnis belassen, mit jeweils umfangreicheren Teilproben wurde allerdings eine Bodenschicht bis ca. 30 cm Tiefe erfaßt. Alle Teilproben wurden in Papiersäcke abgefüllt, luftgetrocknet und nach dem Transport ins Laboratorium bei 5° C bis zur Untersuchung gelagert.

2.3. Extraktion der Pflanzenreste aus den Bodenproben

Fusarien wurden nach zwei verschiedenen Methoden aus dem Boden isoliert; einerseits nach dem Verdünnungs-Platten-Verfahren, andererseits, indem Pflanzenreste und vor allem Wurzelteile auf einem selektiven Nährboden ausgelegt wurden. Die Extraktion dieser Pflanzenreste aus den Bodenproben erfolgte dabei nach der "debris isolation technique", wie sie BURGESS et al. (1988), MARASAS et al. (1988) und BURGESS & SUMMERELL (1992) beschrieben haben.

Die an den Untersuchungsstandorten gesammelten Teilproben wurden zunächst vereinigt und gründlich durchgemischt, um eine homogene Mischprobe zu erhalten, welche wiederum in zwei Hälften geteilt wurde. BURGESS & SUMMERELL (1992) folgend wurde eine Probenhälfte bei 5° C gelagert, die andere Probenhälfte wurde in 300 ml Leitungswasser aufgeschlämmt und durch zwei Siebe mit einer Maschenweite von 2 mm und 0,5 mm geschwemmt. Auf dem Sieb mit 0,5 mm Maschenweite verbleibende Pflanzenteile wurden in einem feinen Sprühnebel von Leitungswasser 2 Stunden lang gewaschen. Die Rückstände wurden auf keimfreien Papiertüchern in einer sterilen Werkbank 24 Stunden getrocknet.

2.4. Isolierung und Identifizierung der *Fusarium*-Arten

Je Probe wurden 200 Stückchen der Pflanzenrückstände von etwa 2-3 mm Länge auf Pepton PCNB Agar ausgelegt, jeweils 10 Stückchen pro Petrischale mit 9 cm Durchmesser.

Pepton PCNB Agar wurde in der von PAPAVIZAS (1967) vorgeschlagenen Modifikation verwendet, je 1000 ml wurden allerdings 0,75 g Pentachlornitrobenzol (PCNB), 0,4 g Streptomycinsulfat sowie 1 ml Masarun-Suspension, entsprechend 50 mg Oxytetracyclin-HCl und 50.000 I.E. Polymyxin-B-Sulfat, zugesetzt.

Zur Bestimmung der Fusarienkeimzahl wurde das Material der zweiten Probenhälfte auf 2 mm gesiebt, zweimal 10 g des durchgesiebten Feinmaterials wurden in jeweils 90 ml gepufferter Pepton-NaCl-Lösung suspendiert. Mit der gleichen Lösung wurde anschließend die Probensuspension in Zehnerschritten auf das zehn- und hundertfache verdünnt. Sowohl von der Ausgangssuspension als auch von den beiden Verdünnungsstufen wurden jeweils 0,1 ml Probensuspension auf 3 Petrischalen mit Pepton PCNB Agar verteilt, sodaß schließlich von jeder Probe je 6 Platten äquivalent zu 10^{-2}, 10^{-3} und 10^{-4} g Bodenmaterial vorlagen. Die Zählplatten wurden bei Zimmertemperatur inkubiert, nach 12 Tagen wurden die angewachsenen Fusarienkolonien gezählt.

Die Platten mit den ausgelegten Pflanzenresten wurden 10 Tage bei Zimmertemperatur inkubiert, danach wurden alle *Fusarium*-ähnlichen Kolonien auf PDA (Kartoffelextrakt-Glukose-Agar, Oxoid CM 139) subkultiviert und in gleicher Weise inkubiert. Schließlich wurden von *Fusarium*-Stämmen Einzelsporen-Kulturen (BURGESS et al. 1988) auf SNA (Nährstoffarmer Agar nach NIRENBERG 1976) ange-

legt, und nach NIRENBERG (1989, 1995) kultiviert und bestimmt. Repräsentative Stämme der Fusarienisolate wurden an die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin gesandt und in deren Kulturensammlung hinterlegt.

3. Ergebnisse

3.1. Isolierte *Fusarium*-Arten

Insgesamt wurden 17 *Fusarium*-Arten und eine bisher unbeschriebene Population aus den Bodenproben isoliert, die Ergebnisse der einzelnen Inseln sind in den Tabellen 5 bis 8 zusammengefaßt. Nach Sektionen im Sinne von WOLLENWEBER & REINKING (1935), GERLACH & NIRENBERG (1982) bzw. NIRENBERG (1989, 1995) geordnet, wurden folgende Arten identifiziert: *F. dimerum* PENZIG, *F. merismoides* CORDA (Sektion Eupionnotes), *F. tricinctum* (CORDA) SACC. (Sektion Sporotrichiella), *F. arthrosporioides* SHERB. (Sektion Roseum), *F. semitectum* BERK. & RAV. (Sektion Arthrosporiella), *F. equiseti* (CORDA) SACC., *F. acuminatum* ELL. & KELLERM., *F. flocciferum* CORDA, *F. brachygibbosum* PADWICK (Sektion Gibbosum), *F. culmorum* (W.G.SMITH) SACC., *F. cerealis* (COOKE) SACC. (Sektion Discolor), *F. verticillioides* (SACC.) NIRENBERG, *F. proliferatum* (MATSUSHIMA) NIRENBERG, *F. sacchari* (BUTLER) W.GAMS var. *subglutinans* (WOLLENW. & REINKING) NIRENBERG (Sektion Liseola), *F. oxysporum* SCHLECHT. (Sektion Elegans), *F. solani* (MART.) SACC. (Sektion Martiella), *F. torulosum* (BERK. & CURT.) NIRENBERG (Sektion fraglich).

Die unbeschriebene Population kann folgendermaßen kurz charakterisiert werden: *Fusarium* sp. Population A "escobon" ("escobon", span. = *Chamaecytisus proliferus*, eine der Leitpflanzen für die von KUNKEL (1993) als Ginsterbuschland bezeichnete Formation). Die Isolate bilden keine typischen Mikrokonidien aus. Makrokonidien werden an Monophialiden im Luftmycel und manchmal in Sporodochien gebildet. Sie sind nur leicht gekrümmt, Fuß- und Apikalzelle erscheinen kaum abgesetzt. Rundliche, glattwandige Chlamydosporen werden in Hyphen und Konidien rasch und reichlich, einzeln, paar- und knäuelig oder in Ketten gebildet. Die Form der Makrokonidien dieser Isolate weist Ähnlichkeit mit *F. coeruleum* (LIBERT) ex SACC. auf, kulturelle Charakteristika erinnern aber eher an *F. merismoides* CORDA var. *chlamydosporale* WOLLENWEBER.

Tab. 5: *Fusarium*-Arten aus Naturböden von den Kanarischen Inseln, "debris isolation technique"

Naturböden, Tenerife	Anzahl der *Fusarium*-Isolate a)												
	Standortbezeichnung / Probennummer b)												
Fusarium-Arten und unbeschr. Population	**T 1 1**	**T 2 2**	**T 3 3**	**T 4 4**	**T 5 5**	**T 6 6**	**T 7 7**	**T 8 8**	**T 9 9**	**T 10 10**	**T 11 11**	**T 12 12**	**T 13 13**
F. oxysporum	35	47	26	58	13	24		4	18	42	48	30	44
F. equiseti	68	52	63	40	6	7	5	2	29	20	45	48	57
F. solani	3	3	9	3				3	3	2	6	12	8
F. brachygibbosum	25	16	12								2	16	18
F. semitectum	3	2											
F. flocciferum			3	10	6	6			8	13	2	4	
F. acuminatum			3	4	12	10			9	6	3	3	
F. arthrosporioides				2		4			12	2			
F. tricinctum					4	1			2				
F. torulosum					34	5		9	1				
F. dimerum										5			
F. culmorum										7			
F. cerealis												5	
F. sp. A "escobon"									6	4			

Naturböden, La Palma Lanzarote	Anzahl der *Fusarium*-Isolate a)																
	Standortbezeichnung / Probennummer b)																
Fusarium-Arten und unbeschr. Population	**P 1 29**	**P 2 30**	**P 3 31**	**P 4 32**	**P 5 33**	**P 6 34**	**P 7 35**	**P 8 36**	**P 9 37**	**P 10 38**	**L 1 43**	**L 2 44**	**L 3 45**	**L 4 46**	**L 5 47**	**L 6 48**	**L 7 49**
F. oxysporum	28	40	46	17	2	34	51	37	49	36	24	20	18	32	38	29	14
F. equiseti	61	48	59	1	2		38	39	23	22	47	51	45	34	68	53	36
F. solani	10	1	6				1	2	11	6	2		2	3	8	4	6
F. brachygibbosum	18	7	4				2	8	16	15	8	12	7	3	4		
F. flocciferum	4	1	3	7		4	16	4	3	1			2	8	5	13	2
F. acuminatum	2		10	1			2	3	4							12	9
F. arthrosporioides			5				7	2									
F. tricinctum				3	4			3									
F. torulosum				9	9	19											
F. dimerum						1									1	2	
F. merismoides							2	2									
F. culmorum							2										
F. sp. A "escobon"							4										

a) Die Anzahl der *Fusarium*-Isolate bezieht sich auf 200 Stückchen "plant debris", die von jeder Mischprobe ausgelegt wurden

b) Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte für Tenerife siehe Tab. 2, La Palma siehe Tab. 3, Lanzarote siehe Tab. 4

Tab. 6: *Fusarium*-Arten aus Kulturböden von den Kanarischen Inseln, "debris isolation technique"

Kulturböden, Feldbau	**Anzahl der *Fusarium*-Isolate** [a]															
	Standortbezeichnung / Probennummer [b]															
	T 2	T 2	T 3	T 4	T 4	T 10	T 11	T 12	T 12	P 3	P 9	L 3	L 3	L 4	L 4	L 5
***Fusarium*-Arten**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**39**	**40**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
F. oxysporum	47	58	38	39	35	44	52	47	93	58	62	36	16	52	51	28
F. equiseti	61	45	75	43	30	42	51	63	42	35	24	33	60	37	44	58
F. solani	2	9	7	10	16	14	11	17	16	9	5	2	1	5	4	3
F. brachygibbosum	6		4							4	3		7	3	10	2
F. flocciferum			6	8	11	6	4			3	2	2	7		6	3
F. acuminatum			1	5	4	1	2	2		2	3					
F. sacchari var. *subglutinans*							4									
F. cerealis						5										
F. culmorum							4				4					
F. semitectum								4								
F. proliferatum								9			1	3				
F. verticillioides									2							

Kulturböden, Bananen-Pflanzungen	**Anzahl der *Fusarium*-Isolate** [a]							
	Standortbezeichnung / Probennummer [b]							
	T 1	T 2	T 2	T 12	T 12	T 13	P 2	P 2
***Fusarium*-Arten**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**41**	**42**
F. oxysporum	47	36	108	94	65	53	47	113
F. equiseti	43	52	40	31	39	44	42	37
F. solani	21	7	28	18	8	10		13
F. proliferatum			16					
F. verticillioides				2				
F. semitectum						3		1
F. cerealis								6
F. merismoides				2				4

[a] Die Anzahl der *Fusarium*-Isolate bezieht sich auf 200 Stückchen "plant debris", die von jeder Mischprobe ausgelegt wurden
[b] Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte für Tenerife siehe Tab. 2, La Palma siehe Tab. 3, Lanzarote siehe Tab. 4

3.2. Häufigkeitsverteilung der *Fusarium*-Arten

Die Artenverteilung der isolierten *Fusarium*-Stämme zeigte nach beiden Isolierungsmethoden (Verdünnungs- bzw. "plant debris" - Methode) weitgehende Übereinstimmung (vgl. Tab. 5 bis 8): Aus dem Feinmaterial von Naturböden wurden 12 verschiedene *Fusarium*-Arten und eine unbeschriebene Population isoliert, im Feinmaterial von Feldböden wurden 10 *Fusarium*-Arten nachgewiesen und in Böden unter Bananenpflanzungen 6. Isolate von "plant debris" aus den entsprechenden Böden zeigten ähnliche Ergebnisse. 14 *Fusarium*-Arten und eine unbeschriebene Population wurden von Pflanzenrückständen aus Naturböden isoliert, 13 bzw. 8 Arten wurden in den Pflanzenrückständen von Feldböden bzw. Bananenpflanzungen festgestellt.

F. equiseti, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. brachygibbosum* und *F. flocciferum* waren sowohl im Hinblick auf ihre Keimzahlen als auch nach der Zahl der Standorte, an denen sie nachgewiesen wurden (vgl. Tab. 5, 7 und 9), die am häufigsten von Pflanzenrückständen aus Naturböden sowie aus dem entsprechenden Boden-Feinmaterial isolierten Arten. *F. equiseti* wurde von allen 30 Naturböden bzw. von 29 Proben der Pflanzenrückstände daraus, isoliert. *F. oxysporum* wurde an 29 Standorten nachgewiesen. *F. solani* wurde aus den Pflanzenrückständen von 23, *F. flocciferum* aus den Pflanzenrückständen von 22 Standorten isoliert. An nur 18 Standorten, aber mit größerer relativer Häufigkeit der Isolate als bei *F. solani* und *F. flocciferum* wurde *F. brachygibbosum* festgestellt (vgl. Tab. 5, 7 und 9).

Tab. 7: *Fusarium*-Arten in Naturböden von den Kanarischen Inseln, Verdünnungsmethode

Naturböden, Tenerife	**Keimzahl und Häufigkeitsverteilung der *Fusarium*-Isolate** a)												
	Standortbezeichnung / Probennummer c)												
***Fusarium*-Arten und**	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13
unbeschr. Population	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
F. oxysporum	++	++	++	+++	++	+	-	+	+++	+++	++	++	++
F. equiseti	+++	+++	++	+++	++	+	+	+	+++	+++	++	+++	++
F. solani	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
F. brachygibbosum	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
F. flocciferum	-	-	-	+	-	+	-	+	+	++	+	+	-
F. acuminatum	-	-	-	+	++	+	-	-	++	++	+	+	-
F. arthrosporioides	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
F. tricinctum	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
F. torulosum	-	-	-	-	++	+	+	+	-	-	-	-	-
F. dimerum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
F. culmorum	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
F. cerealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
F. sp. A "escobon"	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Fusarium spp., KBE/g b)	5.400	4.500	2.300	7.100	1.500	700	200	250	8.900	9.500	2.700	4.900	2.200

Naturböden, La Palma	**Keimzahl und Häufigkeitsverteilung der *Fusarium*-Isolate** a)																
vLanzarote	Standortbezeichnung / Probennummer c)																
***Fusarium*-Arten und**	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7
unbeschr. Population	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**
F. oxysporum	++	+	++	++	+	++	+++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+
F. equiseti	++	++	++	+	+	+	++	++	++	++	++	+++	++	++	++	++	++
F. solani	+	+	+	-	-	-	+	+	++	+	-	-	+	+	+	+	+
F. brachygibbosum	++	+	+	-	-	-	+	+	+	++	++	+	+	+	+	-	-
F. flocciferum	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
F. acuminatum	+	+	++	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
F. arthrosporioides	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-							
F. tricinctum	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-							
F. torulosum	-	-	-	++	+	+	-	-	-	-							
F. culmorum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-							
F. sp. A "escobon"	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-							
Fusarium spp., KBE/g b)	2.250	1.500	3.100	1.450	150	1.400	3.150	7.400	3.050	2.500	1.800	3.300	2.200	700	750	3.800	2.400

a) Die Gesamtkeimzahlen der *Fusarium* spp. sind angegeben in KBE/g (= kolonienbildende Einheiten je Gramm Boden): + = 25-250 KBE/g, ++ = 250-2.500 KBE/g, +++ = mehr als 2.500 KBE/g,-= nicht nachgewiesen
b) Gesamtkeimzahl der *Fusarium* spp. je Gramm Boden (KBE/g), Durchschnitt aus zwei Wiederholungen
c) Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte für Tenerife siehe Tab. 2, La Palma siehe Tab. 3, Lanzarote siehe Tab. 4

Tab. 8 *Fusarium*-Arten in Kulturböden von den Kanarischen Inseln, Verdünnungsmethode

Kulturböden, Feldbau	**Keimzahl und Häufigkeitsverteilung der *Fusarium*-Isolate** [a]															
	Standortbezeichnung / Probennummer [c]															
	T 2	T 2	T 3	T 4	T 4	T 10	T 11	T 12	T 12	P 3	P 9	L 3	L 3	L 4	L 4	L 5
***Fusarium*-Arten**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**39**	**40**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
F. oxysporum	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
F. equiseti	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
F. solani	+	+	+	+	+	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
F. brachygibbosum	++	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+
F. flocciferum	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
F. acuminatum	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+					
F. cerealis	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-					
F. culmorum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+					
F. semitectum	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-					
F. proliferatum	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+					
Fusarium spp., KBE/g [b]	11.000	7.100	4.300	13.300	8.500	12.400	10.400	15.100	24.000	9.100	8.400	3.300	2.400	2.800	3.900	2.650

Kulturböden, Bananen-Pflanzungen	**Keimzahl und Häufigkeitsverteilung der *Fusarium*-Isolate** [a]							
	Standortbezeichnung / Probennummer [c]							
	T 1	T 2	T 2	T 12	T 12	T 13	P 2	P 2
***Fusarium*-Arten**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**41**	**42**
F. oxysporum	++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++
F. equiseti	++	++	++	+++	++	++	+++	+++
F. solani	++	+	++	+	+	++	+	++
F. semitectum	-	-	-	-	-	+	-	+
F. cerealis	-	-	-	-	-	-	-	+
F. merismoides	-	-	-	+	-	-	-	+
Fusarium spp., KBE/g [b]	1.700	2.200	16.000	31.000	3.500	2.050	7.100	26.300

a) Die Gesamtkeimzahlen der *Fusarium* spp. sind angegeben in KBE/g (= kolonienbildende Einheiten je Gramm Boden): + = 25-250 KBE/g, ++ = 250-2.500 KBE/g, +++ = mehr als 2.500 KBE/g, - = nicht nachgewiesen

b) Gesamtkeimzahl der *Fusarium* spp. je Gramm Boden (KBE/g), Durchschnitt aus zwei Wiederholungen

c) Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte für Tenerife siehe Tab. 2, La Palma siehe Tab. 3, Lanzarote siehe Tab. 4

In Feldböden (vgl. Tab. 6, 8 und 9) wurde die Fusarien-Flora von den selben Arten wie in den Naturböden dominiert, allein auf *F. oxysporum*, *F. equiseti* und *F. solani*, die an sämtlichen Standorten nachgewiesen wurden, entfielen etwa 90% der von Pflanzenrückständen isolierten *Fusarium*-Stämme. Die *Fusarium*-Flora von Böden unter Bananenpflanzungen wurde von nur drei Fusarienarten bestimmt, etwa 97% aller Isolate entfielen auf *F. oxysporum*, *F. equiseti* und *F. solani* (vgl. Tab. 9).

Die *Fusarium*-Keimzahlen in den Naturböden fast aller Höhenzonen lagen zwischen 700 bzw. 7.100 KBE/g (= kolonienbildende Einheiten je Gramm Boden), in den Böden der subalpinen Höhenstufen wurden deutlich niedrigere Werte zwischen 150 und 700 KBE/g festgestellt, Keimzahlen über 7.300 KBE/g wurden nur in drei Proben von niederschlagsreichen Standorten an den N'- bzw. NO'-Abhängen der Inseln gefunden (vgl. Tab. 7).

Im Feinmaterial von Feldböden wurden *Fusarium*-Keimzahlen von 2.600 bis 15.100 KBE/g bestimmt, nur Probe Nr. 22, die von einer Tomatenkultur unter einem Foliendach entnommen wurde, wies einen deutlich höheren Gehalt von 24.000 Fusarienkeimen je Gramm auf (vgl. Tab. 8). Ähnliche Ergebnisse wurden auch in den Bodenproben aus Bananenpflanzungen ermittelt. Während in den Böden von Freilandplantagen Fusarienkeimzahlen zwischen 1.700 und 7.100 KBE/g festgestllt wurden, wiesen Böden von Pflanzungen in Foliengewächshäusern Gehalte bis über 30.000 KBE/g auf.

Tab. 9: Relative Häufigkeit von *Fusarium*-Arten in Natur- und Kulturböden der Kanarischen Inseln

	Vorkommen der *Fusarium*-Arten [a]								
	Naturböden (n = 30)			**Feldbau (n = 16)**			**Bananenpflanzungen (n = 8)**		
	davon	*Fusarium*-Isolate		davon	*Fusarium*-Isolate		davon	*Fusarium*-Isolate	
***Fusarium*-Arten und unbeschr. Population**	Proben positiv	Anzahl	Anteil (%) [b]	Proben positiv	Anzahl	Anteil (%) [b]	Proben positiv	Anzahl	Anteil (%) [b]
F. equiseti	29	1.069	39,89	16	743	41,67	8	328	31,84
F. oxysporum	29	904	33,73	16	756	42,40	8	563	54,66
F. solani	23	113	4,22	16	131	7,36	7	105	10,19
F. flocciferum	22	125	4,66	11	58	3,25			
F. brachygibbosum	18	193	7,20	8	39	2,19			
F. acuminatum	16	93	3,47	8	20	1,12			
F. torulosum	7	86	3,21						
F. arthrosporioides	7	34	1,27						
F. tricinctum	6	17	0,63						
F. dimerum	4	9	0,33						
F. culmorum	2	9	0,33	2	8	0,45			
F. semitectum	2	5	0,19	1	4	0,22	2	4	0,39
F. merismoides	2	4	0,15				2	6	0,58
F. cerealis	1	5	0,19	1	5	0,28	1	6	0,58
F. proliferatum				3	13	0,73	1	16	1,56
F. sacchari var. *subglutinans*				1	4	0,22			
F. verticillioides				1	2	0,11	1	2	0,19
F. sp. A "escobon"	3	14	0,52						
Summe		*2.680*	*100,00*		*1.783*	*100,00*		*1.030*	*100,00*

a) Anzahl der *Fusarium*-Isolate in den Bodenproben ermittelt nach der 'debris isolation technique' (vgl. Tab. 5 und 6)

b) Prozentualer Anteil = (Gesamtzahl der Isolate einer Art / Gesamtzahl der *Fusarium*-Isolate) x 100

Das Artenspektrum der aus den unterschiedlichen Bodenproben isolierten Fusarienpilze variierte zwischen 2 und 10 verschiedenen Arten je Standort. Die geringste Artenzahl wurde im Boden des höchstgelegenen, hinsichtlich Temperaturschwankungen und Trockenheit sehr extremen Probenahmestandortes T 7 an der S'-Flanke des Teide in 3.200 m Höhe ermittelt. Mehr als 7 verschiedene *Fusarium*-Arten je Standort wurden nur in Bodenproben von den niederschlagsreichen N'- bzw. NO'-Abhängen der Inseln festgestellt.

3.3. Geographische Einflußfaktoren auf das Vorkommen von *Fusarium*-Arten

Tabelle 10 zeigt die Häufigkeitsverteilung der in Naturböden vorherrschenden *Fusarium*-Arten entlang verschiedener Höhenstufen (ohne Berücksichtigung der Probe T 7): In den Proben der unteren und mittleren Höhenstufen weist die durchschnittliche Gesamtzahl der *Fusarium*-Isolate kaum Unterschiede auf, die größte Artenvielfalt ist in den Lagen mittlerer Höhe an den N'- und NO' Flanken der Inseln festzustellen. Gegenüber diesen Lagen unterscheidet sich jedoch auffallend die Fusarienflora von Böden der oberen Höhenstufe, wo die Vegetationsdecke teils von Kiefernwäldern geprägt wird oder bereits subalpine Klimaverhältnisse herrschen. Bei einer deutlich geringeren Gesamtzahl der Isolate wurden kaum Stämme von *F. equiseti* nachgewiesen, dafür traten häufiger *F. tricinctum* und vor allem *F. torulosum* auf.

Tab. 10: Vorkommen von *Fusarium*-Arten in Naturböden verschiedener Höhenstufen

Fusarium-Arten	**Anzahl der *Fusarium*-Isolate, Mittelwerte (debris isolation technique)**				
	S' bzw. SW'		**Höhenstufe (m) [a]**		**N' bzw. NO'**
	0-250 (n = 7)	**250-1000 (n = 7)**	**> 1000 (n = 5)**	**250-1000 (n = 5)**	**0-250 (n = 4)**
F. equiseti	51,1	52,4	3,0	34,2	37,5
F. oxysporum	29,1	35,9	15,7	39,2	39,8
F. brachygibbosum	12,7	3,9	–	2,4	16,3
F. solani	3,3	5,3	0,5	2,6	9,3
F. flocciferum	2,0	5,3	3,8	8,6	2,0
F. acuminatum	0,3	5,4	3,8	4,6	1,8
F. arthrosporioides	–	1,0	0,7	4,6	–
Sonstige *Fusarium* spp.	0,7	0,7	16,3	7,6	1,3
Summe *Fusarium* spp.	99,2	109,9	43,8	103,8	108,0
Anzahl der Arten	4,7	5,9	5,2	8,6	5,3

[a] Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte für Tenerife siehe Tab. 2, La Palma siehe Tab. 3, Lanzarote siehe Tab. 4

Den geographischen Höhenstufen entspricht eine deutliche klimatische Zonierung, welche als eine wesentliche Ursache für das unterschiedliche Vorkommen der Pilze anzusehen ist. Wie Tab. 11 zeigt, reagierten einige Pilzarten auf unterschiedliche Niederschlags- und Temperaturverhältnisse sehr nachhaltig.

Tab. 11: Einfluß von Niederschlagshöhe und Temperatur auf das Vorkommen von *Fusarium*-Arten

	Anzahl der *Fusarium*-Isolate, Mittelwerte (debris isolation technique)				
	Niederschlagshöhe (mm) [a]			**Temperatur (Jahresmittel) [a]**	
***Fusarium*-Arten**	**< 300** (n = 6)	**300-600** (n = 7)	**> 600** (n = 4)	**> 18°C** (n = 7)	**< 18°C** (n = 6)
F. equiseti	60,0	38,1	33,3	47,1	38,6
F. oxysporum	32,0	34,6	36,3	36,0	35,0
F. brachygibbosum	11,8	10,9	2,0	15,9	3,6
F. solani	5,3	6,6	3,3	5,6	4,6
F. flocciferum	3,5	3,1	6,9	0,7	5,2
F. acuminatum	2,0	2,3	5,3	0,3	6,8
F. arthrosporioides	–	0,7	4,0	–	1,4
Sonstige *Fusarium* spp.	0,5	5,4	7,5	0,4	10,8
Summe *Fusarium* spp.	115,1	101,7	98,6	106,0	106,0
Anzahl der Arten	5,0	6,0	8,3	4,9	6,8

[a] Ergebnisse nur von Standorten mit gesicherten Niederschlags- und Temperaturdaten (vgl. Tab. 2, 3 und 4)

F. equiseti und vor allem *F. brachygibbosum* kamen häufiger an niederschlagsarmen, wärmeren Standorten vor, während *F. flocciferum*, *F. acuminatum* oder *F. arthrosporioides* feuchtere und kühlere Standorte bevorzugten. *F. solani* wurde etwas häufiger an wärmeren Standorten mittlerer Feuchtigkeit nachgewiesen.

Stämme von *F. oxysporum* wurden aus Proben von verschiedenen Standorten in relativ konstanter Anzahl isoliert, unterschiedliche klimatische Faktoren hatten auf das Vorkommen dieses Pilzes nahezu keinen Einfluß.

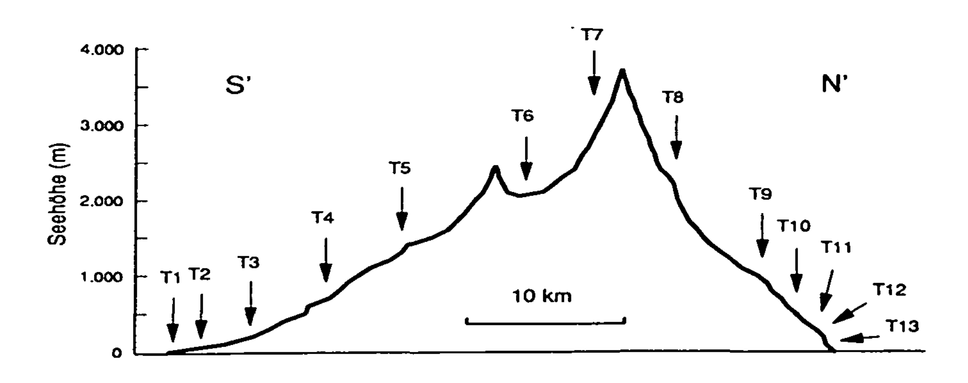


Abb. 10: Probenahmestandorte entlang eines Höhengradienten auf Tenerife

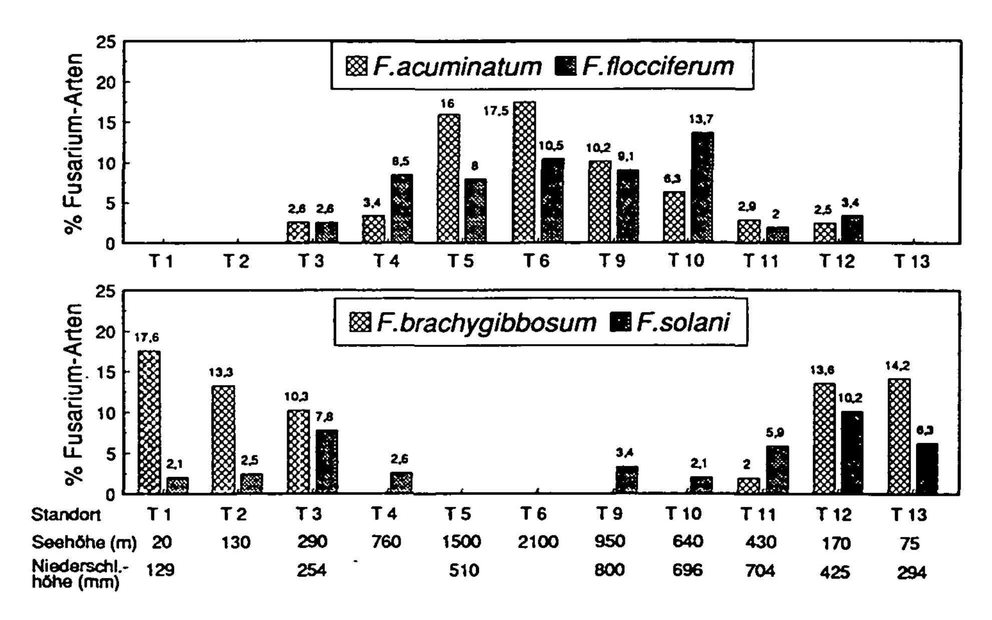


Abb. 11: *Fusarium*-Arten in Naturböden von verschiedenen Probenahmestandorten, Tenerife

Die unterschiedliche Verteilung von vier *Fusarium*-Arten entlang der verschiedenen Höhen-, Vegetations- und Klimazonen ist gerade auch am Beispiel der Insel Tenerife klar zu erkennen (Abb. 11): *F. brachygibbosum* und *F. solani* wurden regelmäßig in Böden des subtropischen und warm gemäßigten Bereiches der unteren Zonen nachgewiesen, *F. brachygibbosum* dabei vorwiegend in niederschlagsärmeren und *F. solani* in den etwas feuchteren Lagen. *F. acuminatum* und *F. flocciferum* wurden vor allem aus Böden der mehr oder weniger trockenen gemäßigten Zonen isoliert.

Die *Fusarium*-Flora der nach lokalen Methoden des Trockenfeldbaus ('sahorra', 'enarenado' bzw. 'jable') bewirtschafteten Böden glich in qualitativer sowie in quantitativer Hinsicht in etwa den Naturböden der selben Höhenstufen. Aus den anderen Feld-

böden wurden deutlich höhere Zahlen an *F. oxysporum* und *F. solani* isoliert, vor allem in Böden unter Foliengewächshäusern war ein auffallend hoher Anteil der Pflanzenrückstände mit *F. oxysporum* infiziert (vgl. Tab. 12). Aus Kulturböden wurde, verglichen mit Naturböden, generell ein sehr geringer Anteil an *F. brachygibbosum* isoliert.

Tab. 12: Einfluß der Bewirtschaftungsform auf das Vorkommen von *Fusarium*-Arten

	Anzahl der *Fusarium*-Isolate, Mittelwerte (debris isolation technique)				
	Trockenfeldbau [a]		Bewässerungs-	Bananenpflanzungen [a]	
Fusarium-Arten	lokale Methode (n = 7)	typisch (n = 5)	Feldbau [a] (n = 2)	Freiland (n = 5)	Gewächshaus (n = 3)
F. equiseti	50,4	43,0	37,5	44,0	36,0
F. oxysporum	39,8	52,6	46,5	49,6	105,0
F. brachygibbosum	4,3	1,4	–	–	–
F. solani	4,4	10,8	12,5	9,2	19,7
F. flocciferum	4,2	3,0	5,5	–	–
F. acuminatum	0,9	2,0	2,0	–	–
Sonstige *Fusarium* spp.	–	6,2	–	0,6	10,3
Summe *Fusarium* spp.	104,0	119,0	104,0	103,4	170,4
Anzahl der Arten	4,7	6,6	4,0	3,0	5,0

[a] Lage und Beschreibung der Probenahmestandorte für Tenerife siehe Tab. 2, La Palma siehe Tab. 3, Lanzarote siehe Tab. 4

4. Diskussion

Das Vorkommen von Pilzen der Gattung *Fusarium* auf den Kanarischen Inseln wurde von anderen Autoren ausschließlich im Zusammenhang mit dem Auftreten der Bananenwelke untersucht, sodaß bisher nur Berichte über den Nachweis von *F. oxysporum* auf den Inseln vorliegen (WOLLENWEBER & REINKING 1935, GJAERUM 1976). Im Verlauf dieser Studie wurden somit 16 *Fusarium*-Arten erstmals auf den Kanarischen Inseln nachgewiesen. Auch eine unbeschriebene *Fusarium*-Population, die an anderer Stelle beschrieben werden soll, wurde isoliert.

Die drei am häufigsten aus den Bodenproben von den Kanarischen Inseln isolierten *Fusarium*-Arten - *F. oxysporum*, *F. equiseti* und *F. solani* - sind weltweit verbreitete Bodenpilze mit sowohl saprophytischer als auch parasitischer Lebensweise (WOLLENWEBER & REINKING 1935, BOOTH 1971, BURGESS 1981, STONER 1981, NELSON et al. 1983). Diese drei *Fusarium*-Arten waren auch in Böden aus Minnesota (WINDELS & KOMMEDAHL 1974) und aus Südafrika (MARASAS et al. 1988) vorherrschend und wurden mit ähnlicher relativer Häufigkeit isoliert. Die nach der Häufigkeit ihres Vorkommens in Böden der Kanaren folgende *Fusarium*-Art

F. brachygibbosum weist hinsichtlich der morphologischen Merkmale sowie der ökologischen Ansprüche außerordentliche Ähnlichkeit mit *F. compactum* (WOLLENW.) GORDON auf (GERLACH & NIRENBERG 1982, NIRENBERG 1995). *F. brachygibbosum* ist wie *F. flocciferum*, *F. acuminatum* und *F. arthrosporioides*, vorwiegend saprophytisch lebend, in Böden weit verbreitet (BOOTH 1971, NIRENBERG 1995).

Auf den Kanarischen Inseln unterschieden sich die *Fusarium*-Populationen der Naturböden sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht deutlich von den Populationen der kultivierten Böden, dies steht auch im Einklang mit den Ergebnissen von NASH & SNYDER (1965), WINDELS & KOMMEDAHL (1974), BURGESS (1981), STONER (1981) oder MARASAS et al. (1988). Aus den landwirtschaftlich genutzten Böden der Kanaren wurden *F. oxysporum* und *F. solani* wesentlich häufiger als aus den entsprechenden Naturböden isoliert, wobei *F. oxysporum* die Fusarienflora von intensiv bewirtschafteten Flächen und vor allem von Böden unter Foliengewächshäusern besonders deutlich bestimmte. *F. solani* war in künstlich bewässerten Feldern sowie ebenfalls in Böden unter Foliengewächshäusern häufiger nachweisbar. Aus Kulturböden wurde generell ein sehr geringer Anteil an *F. brachygibbosum* (ökologische Ansprüche ähnlich *F. compactum*) isoliert. Auch MARASAS et al. (1988) stellten in ihrer Untersuchung in den Kulturböden Südafrikas ein signifikant häufigeres Vorkommen von *F. oxysporum*, *F. equiseti* und *F. solani* gegenüber den nicht kultivierten Naturböden fest. *F. compactum* wurde dagegen in den Naturböden tendenziell häufiger nachgewiesen. WINDELS & KOMMEDAHL (1974) fanden, daß sich die *Fusarium*-Flora von ursprünglichen, ungenutzt belassenen Prärieböden signifikant von jener Populations-Zusammensetzung unterschied, die sich nach dem Anbau von Mais in den gleichen Böden entwickelte. Die Untersuchungsergebnisse aus Minnesota zeigen, daß nach dem Maisanbau in erster Linie die Häufigkeit von *F. equiseti* sowie von *Fusarium*-Arten der Sektion *Liseola* zunahm. Diese *Fusarium*-Arten - *F. verticillioides*, *F. proliferatum* oder *F. sacchari* var. *subglutinans* - wurden auch auf den Kanarischen Inseln nur in Proben aus Kulturböden und vorwiegend nach der 'debris isolation technique' nachgewiesen. Arten dieser Sektion bilden keine Chlamydosporen und können Perioden extremer Trockenheit nur in Pflanzengewebe, das sie parasitisch besiedelt haben, überdauern (SUMMERELL et al. 1993).

Die höchsten *Fusarium*-Keimzahlen aller Naturböden und das vielfältigste Artenspektrum wurden in der vorliegenden Untersuchung in Proben von gräserreichen Standorten mittlerer Höhe von den niederschlagsreichen N' und NO' Flanken der Inseln festgestellt. An Trockenstandorten wurden bei einer vergleichsweise eingeschränkten Artenvielfalt allerdings hohe Zahlen *Fusarium*-infizierter Pflanzenteile isoliert. Die niedrigsten Artenzahlen wiesen Proben von künstlich bewässerten Feld- und Plantagenböden auf.

Von einigen Boden-besiedelnden Fusarien sind spezifische Assoziationen mit höheren Pflanzen bekannt (STONER 1981, MARASAS et al. 1988). In der vorliegenden Arbeit schien die unbeschriebene Population *F.* sp. A "escobon" mit einigen, zum Teil als

Kanaren-Endemiten bekannten Arten aus den Gattungen *Adenocarpus* und *Chamaecytisus* assoziiert zu sein, *F. torulosum* wurde nahezu ausschließlich aus Böden von Standorten mit *Pinus* sp. isoliert.

BURGESS et al. (1988b) halten die an einem Standort herrschenden Temperaturverhältnisse für den wahrscheinlich wichtigsten einzelnen klimatischen Einflußfaktor auf die geographische Verbreitung Wurzeln besiedelnder Pilze. Die Temperaturverhältnisse können laut PIROZYNSKI (1968) einerseits unmittelbar das Pilzwachstum selbst betreffen, andererseits aber auch die Verbreitung des Pilzes indirekt dadurch beeinflussen, daß das Vorkommen seiner Wirtspflanzen auf bestimmte Klimazonen beschränkt wird.

Trotz Unterschieden in der Vegetationsdecke mancher im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchter Probenahmestandorte ließ sich ein klimabedingter Einfluß auf das Vorkommen einiger *Fusarium*-Arten feststellen: Wie bereits für andere Regionen beschrieben, kamen auch auf den Kanarischen Inseln *F. equiseti* und vor allem *F. brachygibbosum* eher in den trockeneren Regionen der warm-gemäßigten und der subtropischen Zonen verbreitet vor (BOOTH 1971, NELSON et al. 1983, BURGESS et al. 1988a, 1988b, BURGESS & SUMMERELL 1992, NIRENBERG 1995), während *F. solani* tendenziell wärmere Lagen mit höheren Niederschlagsmengen oder mit künstlicher Bewässerung bevorzugte (BURGESS 1981, BURGESS et al. 1988a). *F. flocciferum*, *F. acuminatum* und *F. arthrosporioides* waren vorwiegend in den Böden der kühleren und der gemäßigten Regionen nachzuweisen, was ebenfalls den Angaben anderer Autoren (BOOTH 1971, BURGESS et al. 1988b, NIRENBERG 1995) entspricht.

F. oxysporum schien auf den Kanaren an die vielfältigsten Umwelt- und Klimabedingungen angepaßt zu sein, wie auch Ergebnisse von Untersuchungen in anderen Regionen bestätigen (NASH & SNYDER 1965, WINDELS & KOMMEDAHL 1974, BURGESS 1981, MARASAS et al. 1988). JESCHKE et al. (1990) wiesen in Südafrika an sämtlichen Standorten entlang eines Höhengradienten *F. oxysporum* als dominierende *Fusarium*-Art nach. Die relative Häufigkeit dieses Pilzes kann damit zusammenhängen, daß in den meisten Böden verschiedene parasitische und saprophytische Stämme von *F. oxysporum* in einer Mischung nebeneinander vorkommen. Dazu kommt die Fähigkeit dieser Pilzart, sowohl echte Wirtspflanzen als auch andere Pflanzen zu infizieren und zu parasitieren sowie absterbende Pflanzenteile sehr frühzeitig zu kolonisieren (BOOTH 1971, WINDELS & KOMMEDAHL 1974, BURGESS et al. 1988a).

5. Zusammenfassung

Entlang eines Höhengradienten, der sich von einer arid-subtropischen Halbwüste etwa in Seehöhe aufwärts durch trocken bzw. feucht gemäßigte Zonen bis zu einer subalpinen Trockenzone erstreckte, wurde auf Tenerife die Verteilung der *Fusarium*-Arten in Naturböden untersucht. Zum

Vergleich wurden die *Fusarium*-Populationen von Feld- und Plantagenböden sowie von Böden der Inseln La Palma und Lanzarote bestimmt.

Die Untersuchung lieferte erstmals Auskünfte über Vorkommen, Verteilung und Ökologie der *Fusarium*-Arten in Böden der Kanarischen Inseln. Die Fusarien wurden mittels Verdünnungs-Platten-Methode und durch das Auslegen von Pflanzen- und Wurzelrückständen auf Pepton-PCNB-Agar isoliert. Insgesamt wurden 5.493 *Fusarium*-Stämme aus 17 Arten und einer bislang unbekannten Population identifiziert.

F. oxysporum, F. equiseti, F. solani, F. brachygibbosum und *F. flocciferum* wurden am häufigsten isoliert. Zwei dieser Arten (*F. oxysporum* und *F. solani*) kamen in landwirtschaftlich genutzten Böden wesentlich häufiger als in den entsprechenden Naturböden vor, für *F. brachygibbosum* galt das Gegenteil. Die Art der Bodenbewirtschaftung beeinflußte die Zusammensetzung der nachgewiesenen *Fusarium*-Populationen: Die Fusarienflora der nach lokalen Methoden des Trockenfeldbaus ('enarenado' bzw. 'jable') bewirtschafteten Böden glich eher der von Naturböden aus den Trockenzonen, wo *F. equiseti* sehr häufig und *F. oxysporum* und *F. solani* in geringeren Zahlen nachgewiesen wurden, als der von Böden des konventionellen Trockenfeldbaues oder von Bewässerungskulturen. Die größte Artenvielfalt war in den Naturböden niederschlagsreicher Lagen mittlerer Höhe an den N'- und NO' Flanken der Inseln festzustellen, die größte Anzahl *Fusarium*-infizierter Pflanzenrückstände in Naturböden wurde allerdings in der Probe von einem niedrig gelegenen Trockenstandort nachgewiesen. Die absolut meisten *Fusarium*-Stämme wurden aber jeweils aus Bodenproben von Foliengewächshäusern isoliert.

Während *F. oxysporum* an die vielfältigsten Umwelt- und Klimabedingungen angepaßt schien, kamen andere Arten in den Naturböden unterschiedlicher Klima- und Vegetationszonen verschieden häufig vor: *F. solani, F. equiseti* und *F. brachygibbosum* wurden häufiger aus Böden der subtropischen und warm-gemäßigten niedrigen Zonen isoliert, *F. equiseti* und *F. brachygibbosum* dabei vor allem in niederschlagsarmen Regionen und *F. solani* eher in relativ feuchteren Lagen oder im Bereich von Bewässerungsanlagen. *F. flocciferum*, *F. acuminatum* und *F. arthrosporioides* wurden vor allem in Böden der mehr oder weniger feuchten gemäßigten und kühlen Zonen nachgewiesen.

6. Dank

Für die Mithilfe bei der Isolierung und Kultivierung der Pilzstämme danken wir Frau Ing. Ch. Berger, Frau M. Gschwandtner und Frau G. Koller. Unser besonderer Dank gilt jedoch Frau Dr. H. Nirenberg (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin) für ihre Unterstützung bei der Bestimmungsarbeit sowie ihre ausführliche Beratung in Fragen der Taxonomie und Systematik.

7. Literatur

ABOU-ZEID A.A. & A.I. EL-DIWANY (1978): Cellulose-decomposing fungi. — Zentralbl. Bakt. **133**: 647-656.

ADLER A., LEW H. & W. EDINGER (1990): Vorkommen und Toxigenität von Fusarien auf Getreide und Mais aus Österreich. — Die Bodenkultur **41**: 145-152.

AGRIOS G.N. (1988): Plant pathology. 3rd ed. — Academic Press, London, 803 pp.

ALLUE ANDRADE J.L. (1990): Atlas fitoclimatico de España. — INIA, Ministerio de Agric., Pesca y Alim., Madrid, 221 pp.

BOOTH C. (1971): The genus *Fusarium*. — Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England, 237 pp.

BRAMWELL D. (1976): The endemic flora of the Canary Islands; distribution, relationships and phytogeography. — In KUNKEL G. (ed.): Biogeography and ecology in the Canary Islands, pp. 207-240. Monogr. Biol. **30**, W. Junk, The Hague.

BRAMWELL D. & Z. BRAMWELL (1983): Kanarische Flora. Illustrierter Führer. — Editorial Rueda, Madrid, 177 pp.

BURGESS L.W. (1981): General ecology of Fusaria. — In NELSON P.E., TOUSSOUN T.A. & R.J. COOK (eds.): *Fusarium*: Diseases, biology and taxonomy, pp. 225-235. Pennsylvania State University Press, University Park.

BURGESS L.W., LIDDELL C.M. & B.A. SUMMERELL (1988a): Laboratory manual for *Fusarium* research. — Department of Plant Pathology and Agricultural Entomology, University of Sidney, 156 pp.

BURGESS L.W., NELSON P.E., TOUSSOUN T.A. & G.A. FORBES (1988b): Distribution of *Fusarium* species in sections Roseum, Arthrosporiella, Gibbosum and Discolor recovered from grassland, pasture and pine nursery soils of Eastern Australia. — Mycologia **80**: 815-824.

BURGESS L.W. & B.A. SUMMERELL (1992): Mycogeography of *Fusarium*: survey of *Fusarium* species in subtropical and semi-arid grassland soils from Queensland, Australia. — Mycological Research **96**: 780-784.

CHELKOWSKI J. (1989a): Mycotoxins associated with corn cob fusariosis. — In CHELKOWSKI J. (ed.): *Fusarium*: Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity, pp. 53-62. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam.

CHELKOWSKI J. (1989b): Formation of mycotoxins produced by *Fusaria* in heads of wheat, triticale and rye. — In CHELKOWSKI J. (ed.): *Fusarium*: Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity, pp. 63-84. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam.

FERNANDOPULLÉ D. (1976): Climatic characteristics of the Canary Islands. — In KUNKEL G. (ed.): Biogeography and ecology in the Canary Islands, pp. 185-206. Monogr. Biol. **30**, W. Junk, The Hague.

GERLACH W. & H. NIRENBERG (1982): The genus *Fusarium* - A Pictural Atlas. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch., Berlin Dahlem **209**: 1-406.

GJAERUM H.B. (1976): A review of the fungal flora of the Canary Islands. — In KUNKEL G. (ed.): Biogeography and ecology in the Canary Islands, pp. 287-296. Monogr. Biol. **30**, W. Junk, The Hague.

GORDON W.L. (1956a): The occurrence of *Fusarium* species in Canada. V. Taxonomy and geographic distribution of *Fusarium* species in soil. — Canad. Journal of Botany **34**: 833-846.

GORDON W.L. (1956b): The taxonomy and habitats of the *Fusarium* species in Trinidad, B.W.I. — Canad. Journal of Botany **34**: 847-864.

GORDON W.L. (1960): The taxonomy and habitats of the *Fusarium* species from tropical and temperate regions. — Canad. Journal of Botany **38**: 643-658.

HARGREAVES A.J. & R.A. FOX (1977): Survival of *Fusarium avenaceum* in soil. — Trans. Br. Mycol. Soc. **69**: 425-428.

HOFFMANN G.M. & H. SCHMUTTERER (1983): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. — Ulmer Verlag, Stuttgart, 488 pp.

HUETZ DE LEMPS A. (1969): Le climat des Iles Canaries. — Publ. Fac. Let. Sci. Hum. (Paris), sér. recher. 54, 224 pp.

JESCHKE N., NELSON P.E. & W.F.O. MARASAS (1990): *Fusarium* species isolated from soil samples collected at different altitudes in the Transkei, Southern Africa. — Mycologia **82**: 727-733.

JORSTAD I. (1966): Parasitic fungi from the Canaries chiefly collected by J. Lid, with a note on *Schizophyllum commune*. — Blyttia **24**: 222-231.

KOMMEDAHL T., WINDELS C.E. & D.S. LANG (1975): Comparison of *Fusarium* populations in grasslands of Minnesota and Iceland. — Mycologia **67**: 38-44.

KUNKEL G. (1993): Die Kanarischen Inseln und ihre Pflanzenwelt. 3. Aufl. — G. Fischer Verlag, Stuttgart, 239 pp.

LEW H. (1995): Mykotoxinbelastung von Getreide und Konsequenzen für seine Verarbeitung. — Getreide, Mehl und Brot **49**: 16-19

MARASAS W.F.O., BURGESS L.W., ANELICH R.Y., LAMPRECHT S.C. & D.J. VAN SCHALKWYK (1988): Survey of *Fusarium* species associated with plant debris in South African soils. — South African Journal of Botany **54**: 63-71.

NASH S.M. & W.C. SNYDER (1965): Quantitative and qualitative comparisons of *Fusarium* populations in cultivated fields and noncultivated parent soils. — Canadian Journal of Botany **43**: 939-945.

NAUMANN K. & E. GRIESBACH (1993): The ability of plant pathogenic microorganisms to survive in soil. A summarizing reflection. — Zentralbl. Mikrobiol. **148**: 451-466.

NELSON P.E., TOUSSOUN T.A. & W.F.O. MARASAS (1983): *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. — The Pennsylvania State University Press, University Park and London, 193 pp.

NIRENBERG H.I. (1976): Untersuchungen über die morphologische und biologische Differenzierung in der *Fusarium*-Sektion Liseola. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **169**: 1-117.

NIRENBERG H.I. (1981): A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. — Canad. Journal of Botany **59**: 1599 — 1609.

NIRENBERG H.I. (1989): Identification of fusaria occurring in Europe on cereals and potatoes. — In CHELKOWSKI J. (ed.): *Fusarium*: Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity, pp. 179-193. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam.

NIRENBERG H.I. (1995): Persönliche Mitteilung.

PAPAVIZAS G.C. (1967): Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of *Fusarium* from soil. — Phytopathology **57**: 848-852.

PETRAK F. (1929): Mykologische Beiträge zur Flora der Kanarischen Inseln. — Bot. Jb. **62** (Beibl. 142): 93-160.

PETRAK F. (1948): Ein kleiner Beitrag zur Pilzflora der Kanarischen Inseln. — Sydowia **2**: 231-238.

PIROZYNSKI K.A. (1968): Geographic distribution of fungi. — In AINSWORTH G.C. & A.S. SUSSMAN (eds.): The fungi, an advanced treatise, pp. 487-504. Academic Press, New York.

RODRIGUEZ BRITO W. (1985): La agricultura de exportacion en Canarias. — Consejeria de Agric., Ganad. y Pesca, Gobierno de Canarias, Santa Cruz de Ten., 571 pp.

ROTHER A. & F. ROTHER (1984): Die Kanarischen Inseln. 5. Aufl. — Du Mont Buchverlag, Köln, 335 pp.

SCHIPPERS B. & W.H. VAN ECK (1981): Formation and survival of chlamydospores in *Fusarium*. — In NELSON P.E., TOUSSOUN T.A. & R.J. COOK (eds.): *Fusarium*: Diseases, biology and taxonomy, pp. 250-260. Pennsylvania State University Press, University Park.

SHURTLEFF M.C. (Ed.) (1986): Compendium of corn diseases. — The American Phytopathological Society, APS Press, St.Paul, 105 pp.

STONER M.F. (1981): Ecology of *Fusarium* in noncultivated soils. — In NELSON P.E., TOUSSOUN T.A. & R.J. COOK (eds.): *Fusarium*: Diseases, biology and taxonomy, pp. 276-286. Pennsylvania State University Press, University Park.

URRIES M.J. (1957): Hongos microscopicos de Canarias. — Publnes. Mus. Canario, 7-64.

WEARING A.H. & L.W. BURGESS (1977): Distribution of *Fusarium roseum* 'Graminearum' group 1 and its mode of survival in eastern Australian wheat belt soils. — Trans. Br. Mycol. Soc. **69**: 429-442.

WIESE M.V. (1987): Compendium of wheat diseases. 2nd ed. — The American Phytopathological Society, APS Press, St.Paul, 112 pp.

WINDELS C.E. & T. KOMMEDAHL (1974): Population differences in indigenous *Fusarium* species by corn culture of prairie soils. — American Journal of Botany **61**: 141-145.

WOLLENWEBER H.W. & O.A. REINKING (1935): Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. — Paul Parey, Berlin, 335 pp.

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Ing. Dr. Andreas ADLER,
Bundesamt für Agrarbiologie,
Wieningerstr. 8, A-4020 Linz, Austria.

Dr. Hans LEW,
Bundesamt für Agrarbiologie,
Wieningerstr. 8, A-4020 Linz, Austria.